

**Artigo Científico**

**Resumo**

Este trabalho teve como principal objetivo o estudo da variação espacial das variáveis meteorológicas (DEF, EXC, Ia, Iu e Ih) em função da capacidade de água disponível (CAD) nos níveis de 75, 100, 125 e 150 mm obtidas através do balanço hídrico climatológico proposto por THORNTHWAITE (1948) no Estado da Paraíba.

Na realização desse balanço hídrico foram utilizados dados de precipitação disponíveis na Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande e uma estimativa da temperatura do ar para uma série especificada de 1970 a 2000 com base em 54 postos pluviométricos localizados por todo o Estado. No mapeamento das variáveis meteorológicas, utilizou-se de ferramentas da Geostatística para construção dos mapas de isolinhas, por meio da técnica de krigagem, para obter as zonas homogêneas que possibilitem um planejamento do uso e manejo agrícola diferenciado da área. Através dessa análise foi verificado que ocorreram pequenas variações dessas variáveis em função das lâminas estudadas, comprovados pelo baixo índice pluviométrico juntamente com o alto índice de evapotranspiração potencial na maior parte desse Estado.

**Palavras-chave:** uso e manejo do solo; estabilidade de agregados; propriedades físicas e químicas.

**Análise da variabilidade de índices climáticos para o Estado da Paraíba – PB**

*Joherlan Campos de Freitas*<sup>1</sup>

*Renilson Targino Dantas*<sup>2</sup>

*Antonio Ricardo Santos de Andrade*<sup>3</sup>

*Emerson Ricardo Rodrigues Pereira*<sup>4</sup>

**Análisis de la variabilidad de los índices climáticos para el Estado de Paraíba - PB**

**Resumen**

Este trabajo tuvo como objetivo estudiar la variación espacial de las variables meteorológicas (DEF, EXC, Ia, Iu e Ih) en función de la capacidad de agua disponible (CAD) en los niveles de 75, 100, 125 y 150 mm obtenida a través del balance hídrico climático propuesto por Thornthwaite (1948) en el Estado de Paraíba. En la realización de este balance de agua se utilizaron datos de precipitación disponibles en la Unidad Académica de Ciencias Atmosféricas de la Universidad Federal de Campina Grande y una estimación de la temperatura del aire, para una serie especificada desde 1970 hasta 2000 basado en 54 puestos pluviométricos de todo el Estado. En la elaboración de mapas de las variables meteorológicas, se utilizaron las herramientas de la geoestadística para la construcción de mapas de isolíneas, mediante la técnica de “krigagem” para obtener zonas homogéneas que permitan la planificación del uso y gestión diferenciados de la superficie agrícola.

Recebido em: 11 /01/2011

Aceito para publicação em: 26/06/2011

1 - Mestre em Meteorologia, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, UFCG, Campina Grande, PB, BRASIL. E-mail: joherlancampos@yahoo.com.br;

2 - Professor Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, CTRN/UFCG, Campina Grande, PB, E-mail: renilson@dca.ufcg.edu.br;

3 - Professor Doutor, Unidade Acadêmica de Garanhuns, UAG/UFRPE, Garanhuns, PE, E-mail: arsauag@uag.ufrpe.br;

4 - Doutorando em Meteorologia, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, UFCG, Campina Grande, PB, E-mail: emerson\_ufcg@yahoo.com.br

*Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia v.4, n.2, Mai/Ago ( 2011)*

*Print-ISSN 1983-6325 (On line) e-ISSN 1984-7548*

A través de este análisis se encontró que hubo ligeras variaciones de estas variables de acuerdo a las láminas investigadas, comprobados por lo bajo índice de precipitaciones con altas tasas de evapotranspiración potencial para la mayor parte de ese Estado.

**Palabras clave:** Índices de Clima, evapotranspiración, balance hídrico, Clasificación.

## Introdução

Sabe-se que a época de plantio de determinadas culturas é dependente da ocorrência da chuva, temperatura, entre outras variáveis meteorológicas e, também, que estas épocas variam de uma região para outra. Muitos estudos já foram realizados utilizando procedimentos clássicos da estatística no sentido analisar o comportamento dessas variáveis que exercem influência sobre todas as fases do crescimento e desenvolvimento das culturas da região (MENDONÇA, 2008; SILVA et al., 2003).

Variáveis importantes que podem condicionar as safras agrícolas são aquelas obtidas por meio do Balanço hídrico, que tem fundamental importância em diversos estudos de uma região, ou seja, na determinação de locais favoráveis a determinado tipo de cultura, classificação climática, etc. Diversos autores (ALFONSI et al., 1990; PEREIRA, 2002; VAREJÃO-SILVA, 2005) definem balanço hídrico como sendo a contabilidade hídrica do solo, ou seja, o cômputo de todos os ganhos e perdas de água, juntamente com o seu armazenamento, que se verificam no solo ou bacia considerada. No balanço hídrico têm-se integrantes como: a precipitação e/ou irrigação, que são os grandes fornecedores de água no solo, o deflúvio superficial, à quantidade de água que ficou armazenada neste mesmo solo, a drenagem profunda, e por fim, a ação simultânea da evaporação e da transpiração das plantas (considerando sempre esse solo vegetado) que é denominada evapotranspiração, onde a equação composta por essas variáveis é considerada de modo que todos somados tenham valor zero, contribuindo para o raciocínio do balanço hídrico.

A produção depende essencialmente do balanço de umidade do solo, que depende, por sua vez, da precipitação, temperatura, evaporação, etc. Portanto, o mapeamento de

variáveis que compõem o balanço hídrico é fundamental para o planejamento do uso da terra e para entender, explicar e prever o crescimento e o desenvolvimento dos recursos naturais, com a finalidade de promover a sua utilização racional. De acordo com CAMARGO (1971) apud HORIKOSHI e FISCH (2007), para saber se uma região apresenta deficiência ou excesso de água durante o ano, é indispensável comparar dois elementos opostos do balanço hídrico: a precipitação que aumenta a umidade do solo e a evapotranspiração que diminui a umidade do solo.

Diversas pesquisas foram desenvolvidas ao longo do tempo utilizando balanços hídricos, variando de acordo com os diversos objetivos como exemplo nos trabalhos realizados por ZEPKA (2002), SANTANA et al. (2004), TEIXEIRA e SILVA (1999) e HORIKOSHI e FISCH (2007).

Outra variável meteorológica importante utilizada pelo balanço hídrico é a evapotranspiração, empregada para exprimir a transferência de vapor d'água para a atmosfera proveniente de superfícies com vegetação (VAREJÃO-SILVA, 2005). Trabalhos sobre evapotranspiração podem ser encontrados nas suas diversas finalidades (HENRIQUE, 2006; MENDONÇA, 2008; VALIATI et al., 2003). Já os índices climáticos de: aridez (Ia), de umidade (Iu) e hídrico (Ih) têm como um dos propósitos a caracterização climática de um local considerado. Esses índices climáticos representam parte dessa caracterização de uma determinada região, obtidos por meio de variáveis do balanço hídrico e da evapotranspiração potencial.

O Estado da Paraíba tem sua economia dependente de uma agricultura bastante diversificada que é fortemente influenciada por condições do tempo, durante o período do cultivo, principalmente das variáveis que

compõem o balanço hídrico. Sob estas considerações, este trabalho tem como objetivo estudar variáveis meteorológicas em função do comportamento da capacidade de água disponível (CAD) nos níveis de 75, 100, 125 e 150mm, visando identificar possíveis alterações em todo o Estado, podendo servir atualmente como orientação a agricultores e pesquisadores.

## Material e métodos

### Dados e Área de Estudo

Para a análise do comportamento climático do Estado da Paraíba foram utilizados dados de precipitação coletados de 54 postos

pluviométricos (médias mensais), disponíveis na Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas (UACA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), especificando uma série temporal de 1970 a 2000.

Utilizou-se do software denominado "Estima\_T" (CAVALCANTI et al., 2006), desenvolvido pela Universidade Federal de Campina Grande para estimativa das séries de temperatura média mensal do ar de todos os 54 postos meteorológicos devido ausência de dados em alguns postos na região.

A Figura 1 mostra a distribuição espacial dos postos localizados no Estado da Paraíba.

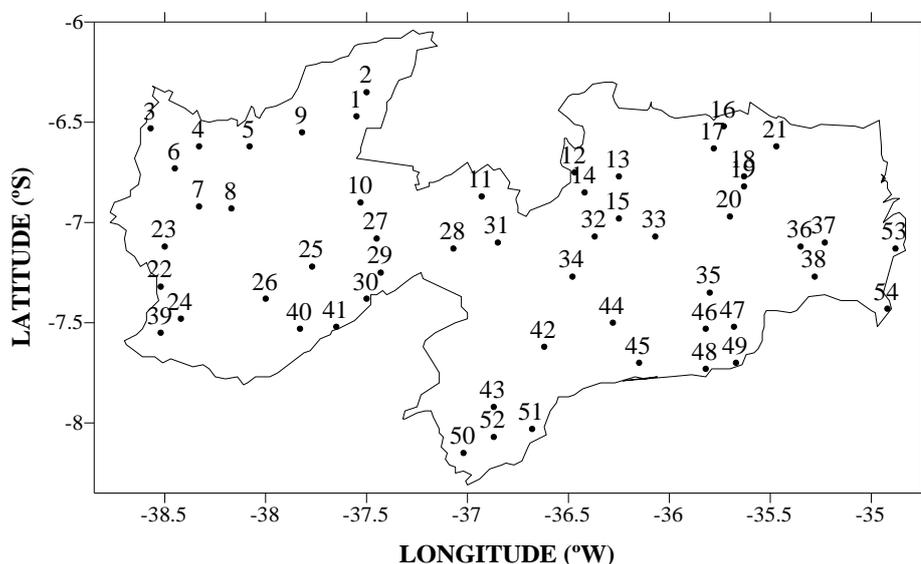


Figura 1. Localização dos 54 postos localizados no Estado da Paraíba.

A área de estudo foi o Estado da Paraíba, localizado no Nordeste do Brasil entre os meridianos de 34°45'54" e 38°45'45" de longitude Oeste e entre os paralelos de 6°02'12" e 8°19'18" de latitude Sul, com uma área de aproximadamente 56.440 Km<sup>2</sup>. É limitado ao norte, com o Estado do Rio Grande do Norte; a oeste, com o Ceará; ao sul, com Pernambuco; e a leste com o Oceano Atlântico. Possui ao todo 223 Municípios (IBGE, 2008).

### Cálculo da Evapotranspiração Potencial

A estimativa da evapotranspiração potencial (ETP) utilizada neste trabalho requer

apenas dados de temperatura média mensal do ar e da insolação máxima. Expresso em (mm/mês) define-se a evapotranspiração potencial da seguinte forma, segundo THORNTHWAITE (1948) apud VAREJÃO-SILVA (2005).

$$(ETP)_j = F_j \cdot E_j \quad (1)$$

Onde  $E_j$  representa a evapotranspiração potencial (mm/dia) não ajustada resumida da seguinte forma:

$$E_j = 0,533 \left( \frac{10 \cdot \bar{T}_j}{I} \right)^a \quad (2)$$

Em que  $\bar{T}_j$  representa a temperatura média mensal do ar do mês  $j$  ( $^{\circ}\text{C}$ );  $I$  é o índice anual de calor definido através de:

$$I = \sum_{j=1}^{12} i_j \quad (3)$$

Sendo,  $i_j$  o índice térmico de calor no mês  $j$  dado por:

$$i_j = \left( \bar{T}_j / 5 \right)^{1,514} \quad (4)$$

Por fim, o expoente “a” da equação (2) é uma função cúbica desse índice anual de calor, expresso da seguinte forma:

$$a = 6,75 \times 10^{-7} I^3 - 7,71 \times 10^{-5} I^2 + 1,79 \times 10^{-2} I + 0,49 \quad (5)$$

Fator de Correção  $F_j$

O fator de correção  $F_j$  da equação (1) é definido em função do número de dias do mês  $D_j$  (em janeiro,  $D_1 = 31$ ; em fevereiro  $D_2 = 28$ ; etc.) e da insolação máxima do dia 15 do mês  $j$  ( $N_j$ ), considerado representativo da média desse mês, definido por:

$$F_j = \frac{D_j \cdot N_j}{12} \quad (6)$$

Para o cálculo da insolação máxima do dia 15, utilizou-se a seguinte expressão:

$$N_j = (2/15) \left[ \text{arc. cos}(-\text{tg}\phi \cdot \text{tg}\delta) \right] \quad (7)$$

Onde:  $\phi$ : Latitude do local;  $\delta$ : Declinação do Sol em graus, para o dia considerado; definido por:

$$\delta = 23,45^{\circ} \text{sen}[360(284 + d)/365] \quad (8)$$

Em que, “d” é o número de ordem, no ano do dia considerado (dia Juliano). A estimativa da evapotranspiração potencial por meio da equação (1) só é válida para valor de temperatura média do ar do mês inferior a  $26,5^{\circ}\text{C}$ . Quando a temperatura média desse mês for igual ou superior a  $26,5^{\circ}\text{C}$ , THORNTHWAITE (1948) assumiu que  $E_j$  independe do índice anual de calor e utiliza-se para sua estimativa uma tabela apropriada.

#### Cálculo do Balanço Hídrico

O modelo utilizado para determinar o balanço hídrico foi o proposto por THORNTHWAITE (1948) apud VAREJÃO-SILVA (2005). O balanço hídrico foi realizado apenas com dados de precipitação, temperatura média mensal do ar e um valor correspondente à capacidade de água disponível (CAD), ressaltando que para elaboração do balanço hídrico em todo Estado da Paraíba, foram utilizados os valores das CADs de 75, 100, 125 e 150mm.

A estrutura do cálculo utilizada neste trabalho do balanço hídrico originou-se da aplicação do software proposto por BELO FILHO (2003), que deu origem ao software SEVAP (Sistema de Estimativa da Evapotranspiração) desenvolvido na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

#### Índices Climáticos

Uma das finalidades dos índices climáticos: de aridez, de umidade e hídrico é a caracterização climática de uma região. Nesta pesquisa, interpolaram-se os mesmos no sentido de verificar possíveis alterações em função das CADs assim como também a classificação climática desse Estado.

O Índice de Aridez caracteriza-se por indicar a deficiência hídrica expressa em

percentagem da evapotranspiração potencial (necessidade). É definido em função da deficiência e evapotranspiração potencial (ambas anuais), expresso da seguinte forma:

$$I_a = 100 \cdot \frac{DEF}{ETP} \quad (9)$$

O índice de umidade representa o excesso hídrico expresso em percentagem da necessidade que é representada pela evapotranspiração potencial, ambas anuais, segundo a expressão:

$$I_u = 100 \cdot \frac{EXC}{ETP} \quad (10)$$

Geralmente tem-se durante o ano estações de excesso e falta d'água. Por isso, define-se o índice hídrico da seguinte maneira:

$$I_h = I_u - 0,6 \cdot I_a \quad (11)$$

## Resultados e discussão

### Deficiência Hídrica

Com os dados de precipitação, temperatura média mensal do ar e a estimativa da evapotranspiração potencial, determinou-se o balanço hídrico proposto por THORNTHWAITE (1948) para os 54 postos em quatro níveis de CADs, onde cálculo do balanço hídrico permitiu estimar a quantificação dos níveis de deficiência (DEF) e excesso hídrico (EXC), através dos índices de aridez e de umidade. A Figura 2 mostra a deficiência hídrica nas diversas lâminas para o Estado da Paraíba.

Pela Figura 2 verifica-se que a deficiência diminuiu quando aumenta a capacidade de água disponível deste solo (CAD) nas lâminas estudadas (de 75 até 150 mm), tornando-se mais notório no Brejo, Sertão e Alto Sertão. No restante do Estado, a mesma tornou-se constante principalmente em quase toda a parte do Cariri/Curimataú e em boa parte do Agreste. Deve-se considerar que as modificações dos limites das faixas podem

### Interpolação dos dados

Na confecção dos mapas de isolinhas e de superfície, vários métodos podem ser utilizados para a interpolação dos dados. Alguns trabalhos relatam a superioridade da Krigagem como interpolador sobre outros métodos para parâmetros da paisagem, destacando-se KRAVCHENKO e BULLOCK (2000), ZIMBACK (2001) e ANDRADE (2002). A interpolação dos dados tem na Krigagem o método mais indicado para tentar representá-los com fidelidade, fazendo-se necessário efetuar uma análise espacial através de técnicas geoestatísticas, no intuito de modelar a variação dos dados em relação à continuidade ou dependência espacial em função da distância e geometria entre as amostras. Logo, a interpolação dos dados e o mapeamento de todas as variáveis analisadas aqui foram obtidos por meio dessa técnica de Krigagem para as CADs analisadas de: 75, 100, 125 e 150 mm.

ocasionar comportamentos dessa deficiência razoavelmente diferentes em algumas regiões desse Estado. Porém, sua característica de um modo geral não fica comprometida.

Embora as estimativas tenham sido obtidas por meio do balanço hídrico proposto por THORNTHWAITE (1948), o resultado da DEF na maior parte da Paraíba apresentada aqui foi bem coerente com o mapeamento dessa mesma variável para a CAD de 100mm (Figura 2 b), apresentado por SENTELHAS et al. (2008) utilizando o balanço hídrico de THORNTHWAITE e MATHER (1955), lembrando que a estimativa da evapotranspiração potencial é a mesma nos dois métodos. A coerência dos resultados está no fato que as menores deficiências são localizadas predominantemente no Litoral, Brejo e Agreste; já as maiores são localizadas no restante do Estado, com algumas exceções de algumas regiões.

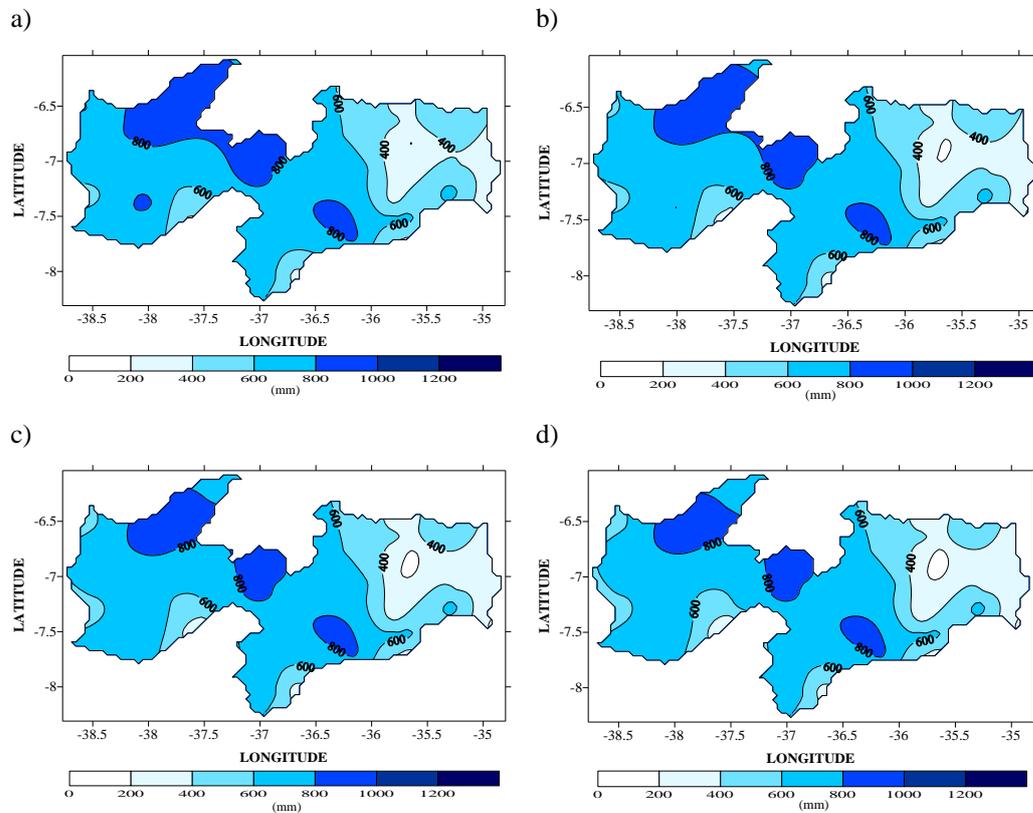


Figura 2. Deficiência hídrica da Paraíba nas CADs de a: 75; b: 100; c: 125 e d: 150 mm.

#### Excedente Hídrico

A Figura 3 mostra a variação espacial do excesso hídrico para a Paraíba segundo interpolação realizada de acordo com os postos estudados. Através desta figura, observa-se que a variação espacial do excedente hídrico foi notada apenas no Alto Sertão paraibano com a diminuição da faixa de 250 a 500 mm para a faixa inferior de 0 a 250.

Nas outras regiões, a variação praticamente não existiu, predominando a primeira faixa em quase todo o Estado da Paraíba, ou seja, todos com excedentes hídricos

inferiores a 250 mm, com exceção do Litoral, em que apresentou um número mais elevado dessa variável.

Analisando a equação aplicada para a obtenção do excesso no balanço hídrico, pode-se perceber que esse baixo índice é devido aos também baixos índices de precipitação pluviométrica que ocorre nesse Estado (com exceção do Litoral). Verificou-se que o resultado do EXC para a lâmina de 100 mm (Figura 3 b), também apresentou satisfatória coerência com o mapeamento mostrado por SENTELHAS et al. (2008).

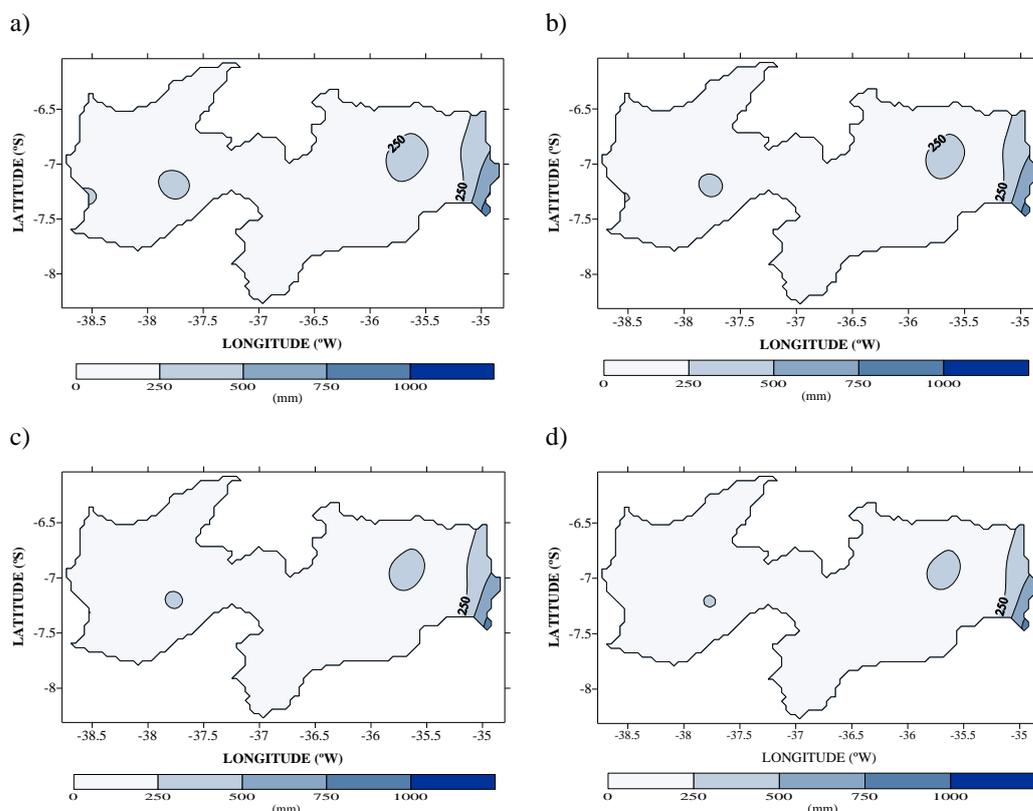


Figura 3. Excesso hídrico da Paraíba nas CADs de a: 75; b: 100; c: 125 e d: 150 mm.

#### Índice de Aridez

A Figura 4 representa o índice de aridez em todo o Estado, com suas faixas seguindo o próprio limite de classificação nas quatro CADs. Observa-se que basicamente no Estado da Paraíba predominam duas faixas de sub divisão do índice que seriam de  $(16,7 \leq I_a < 33,3)$  situadas em sua maioria no Litoral, Brejo e Agreste, seguido de  $(I_a \geq 33,3)$  situada praticamente no restante do Estado.

Todos seguem essa mesma característica independentemente de qual CAD esteja utilizando. De acordo com subtipos climáticos segundo THORNTHWAITE (1948) em função do índice de aridez, verifica-se que na Paraíba (Figura 4 b) predominam moderada a grande deficiência de água. Na questão referente a esse índice em função das CADs destacaram-se um

núcleo ( $I_a < 16,7$ ) localizado no Brejo surgindo a partir da CAD de 100 mm (Figura 4 b) aumentando com as outras lâminas, juntamente com outro núcleo ( $16,7 \leq I_a < 33,3$ ) aparecendo no Sertão a partir da CAD de 125 mm (c), ambos provocados pela diminuição das suas faixas de origem para uma inferior.

#### Índice de Umidade

O índice de umidade representa o excesso hídrico expresso em porcentagem da necessidade que é representada pela evapotranspiração potencial. A Figura 5 mostra a interpolação deste índice na Paraíba de acordo com os 54 postos, definida através de limites determinados pela classificação climática de THORNTHWAITE (1948), para facilitar o entendimento e auxiliar nas possíveis classificações futuras.

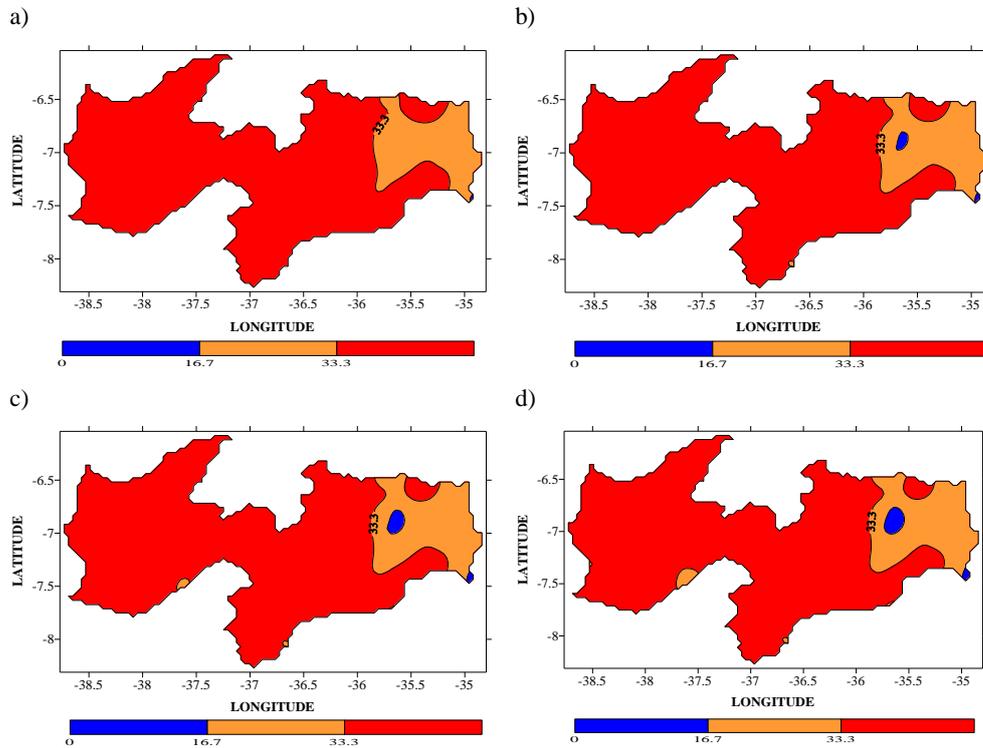


Figura 4. Índice de aridez da Paraíba nas de a: 75; b: 100; c: 125 e d: 150 .

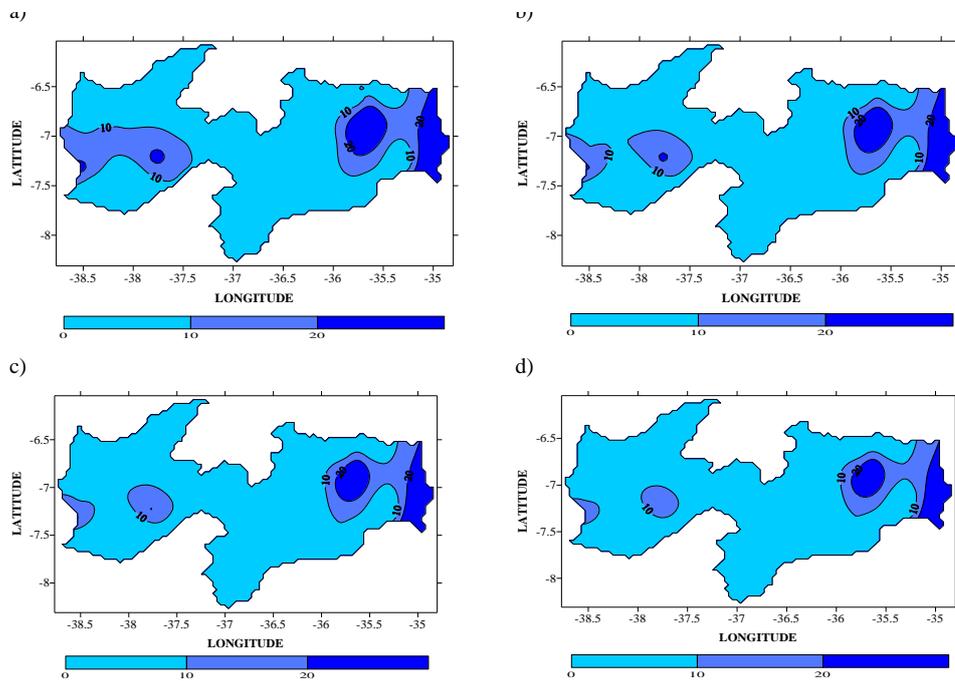


Figura 5. Índice de umidade da Paraíba nas de a: 75; b: 100; c: 125 e d: 150 .

De acordo com a Figura 5, observa-se que para as CADs estudadas, o índice de umidade no Estado da Paraíba, há uma diminuição significativa em partes do Sertão e Alto Sertão, neste caso, por mudarem de faixa de subdivisão climática, ou seja, mudaram para uma faixa inferior.

As demais regiões não apresentaram valores significativos ao ponto de mudarem de subdivisão climática, embora elas possam ter até reduzido este índice. Verifica-se que para todo o Estado da Paraíba predomina-se um índice de umidade em torno de valores inferiores a 10. De acordo com os subtipos climáticos segundo THORNTHWAITE (1948) em função do índice de umidade, predomina pequeno ou nenhum excesso de água (Figura 5. b). Destaca-se no Litoral, Brejo e uma pequena parte do Agreste, a boa presença da segunda subdivisão climática que seria ( $10 \leq Iu < 20$ ) e da terceira ( $Iu \geq 20$ ), independentemente de qual CAD esteja trabalhando, diferentemente do que

aconteceu em partes do Sertão e Alto Sertão que tiveram uma redução de subtipos climáticos, mudando os limites climáticos, como mencionados anteriormente. Mais uma vez constata-se este resultado devido à grande escassez de chuva em muitas partes desse Estado, com exceções de algumas localidades em sua maioria situadas no Litoral e Brejo, juntamente com pequenas regiões no Agreste, Sertão e Alto Sertão.

#### Índice Hídrico

O índice hídrico é função dos índices de aridez e de umidade, como definido pela equação (11), onde o índice de aridez tem um menor peso nesta equação. Através dele, são classificados os tipos climáticos segundo THORNTHWAITE (1948). Através da Figura 6 nota-se que diferentemente dos outros índices abordados anteriormente, existem muitas faixas climáticas (ou tipos climáticos) detalhando mais o mapeamento deste índice.

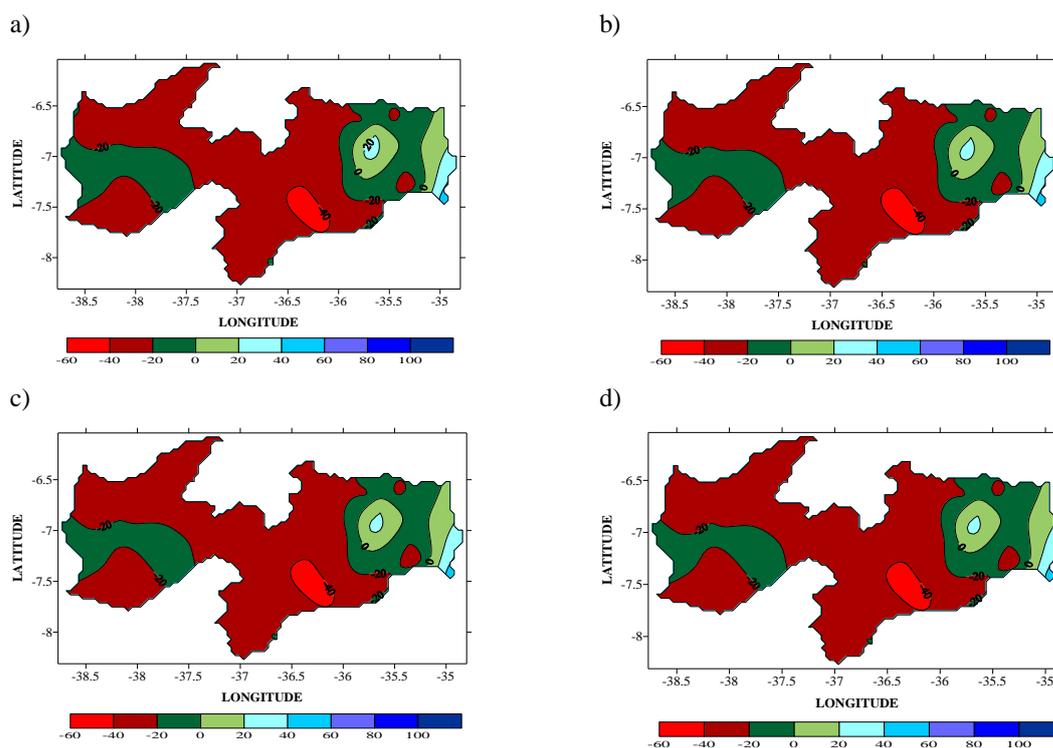


Figura 6. Índice hídrico da Paraíba nas de a: 75; b: 100; c: 125 e d: 150 .

Ao analisar estes mapas verificou-se inicialmente que praticamente não ocorreram variações entre eles em função das CADs estudadas. O que de maneira geral é consequência dos valores apresentados dos índices de aridez e de umidade, como previsto. Na Paraíba predominam (Figura 6 b) os climas: semi-árido ( $-40 \leq I_h < -20$ ), seguido pelo seco e sub-úmido ( $-20 \leq I_h < 0$ ) e úmido e sub-úmido ( $0 \leq I_h < 20$ ). Como era também de se esperar, no Litoral paraibano ocorreu à predominância de índices hídricos positivos, em regiões favorecidas por se localizarem próximas ao Oceano Atlântico, com condições atmosféricas favoráveis a precipitação. Por fim, merece

destaque também a um pequeno núcleo correspondente ao clima árido ( $-60 \leq I_h < -40$ ) que é situado no Cariri/Curimataú.

Pode-se explicar o núcleo situado no Brejo através de dois fatores que podem contribuir para o aparecimento das faixas referentes ao clima úmido e sub-úmido ( $0 \leq I_h < 20$ ), juntamente com a faixa ( $20 \leq I_h < 40$ ) correspondente ao clima úmido. Este tipo de clima pode ser devido ao favorecimento da precipitação no local juntamente com a altitude dos postos estudados, em que se tem a diminuição da temperatura do ar e, consequentemente, da evapotranspiração potencial em função da altitude.

## Conclusões

A deficiência diminuiu quando aumentou a capacidade de água disponível deste solo (CAD), tornando-se mais notório no Brejo, Sertão e Alto Sertão.

A variação espacial do excesso hídrico foi considerada significativa apenas no Alto Sertão paraibano;

Na variação do índice de aridez em função das CADs destacaram-se um núcleo

localizado no 'Brejo' surgindo a partir da CAD de 100 mm juntamente com outro núcleo, aparecendo no Sertão a partir da CAD de 125 mm;

No índice de umidade percebeu-se que ocorreram diminuições significativas em partes do Sertão e Alto Sertão;

Ao analisar o índice hídrico verificou-se que praticamente não ocorreram variações entre eles em função das CADs estudadas.

## Referencias

ALFONSI, R.R.; PEDRO JUNIOR, M.J.; ARRUDA, F.B.; ORTOLANI, A.A.; CAMARGO, M.B.P.; BRUNINI, O. **Métodos agrometeorológicos para controle da irrigação**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1990. 62p.

ANDRADE, A.R.S de. **Aplicação da teoria fractal e da geoestatística na estimativa da condutividade hidráulica saturada e do espaçamento entre drenos**. (Tese Doutorado Irrigação) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP - Campus de Botucatu-SP. 2002. 198f.

BELO FILHO, A.F. **Sistema de Estimativa da Evapotranspiração - SEVAP**. (Dissertação Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Meteorologia. Universidade Federal de Campina Grande. 2003, 66f.

CAVALCANTI, E.P.; SILVA, V. de P.R.; SOUSA, F. de A.S. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a Região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.140-147, 2006.

- HENRIQUE, F. de A.N. **Estimativa da Evapotranspiração de Referência em Campina Grande - PB**. Campina Grande. (Dissertação Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Meteorologia. Universidade Federal de Campina Grande. 2006. 102f.
- HORIKOSHI, A.S.; FISCH, G. Balanço hídrico atual e simulações para cenários climáticos futuros no Município de Taubaté, SP, Brasil. **Revista Ambiente e Água**, v.2, n.2, p.33-46, 2007.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=pb>>. Acesso em: 17 jul. 2008.
- KRAVCHENKO, A.N.; BULLOCK, D.G. Correlation of corn and soybean grain yield with topography and soil properties. **Agronomy Journal**, v.92, p.75-82. 2000.
- MENDONÇA, E.A. **Estimativa da Evapotranspiração de Referência no Município de Capim - PB**. (Dissertação Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Meteorologia. Universidade Federal de Campina Grande. 2008. 114f.
- PEREIRA, A.P.A. ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba -RS: Agropecuária, 2002, 478p.
- SANTANA, J.A. da S.; SANTANA JÚNIOR, J.A. da S.; SOUTO, J.S.; MACÊDO, A.B. Balanço hídrico e classificação climática de thornthwaite da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte - RN. **Brasil Florestal**, v.23, n.80, p.9-16, 2004.
- SENTELHAS, P.C.; SANTOS, D.L. dos; MACHADO, R.E. Water deficit and water surplus maps for Brazil, based on FAO Penman-Monteith potential evapotranspiration. **Revista Ambiente e Água**, v.3, n.3, p.28-42, 2008.
- SILVA, V.P.R.; CAVALCANTE, E.P.; NASCIMENTO, M.G.; CAMPOS, J.H.B.C. Análise da precipitação pluvial no Estado da Paraíba com base na teoria da entropia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.2, p.269-274, 2003.
- TEIXEIRA, A.H. de C.; SILVA, B.B. da. Balanço hídrico seriado de Petrolina, Pernambuco. **In: Anais Conferência Internacional Sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva**, 1999. Petrolina - PE. p.49-60.
- VALIATI, M. I.; DUTRA, I.; CUNHA, A. R. da; ESCOBEDO, J.F. Estimativa da evapotranspiração potencial em ambiente protegido utilizando o método do Tanque Classe A e de Penman-Monteith. **In: Anais Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, Santa Maria - RS: SBA, 2003, p.63-64. CD-ROM.
- VAREJÃO-SILVA, M.A. **Meteorologia e Climatologia**. Versão Digital, Recife, 2005. 516 p.
- ZEPKA, G. dos S. Análise do Balanço hídrico para a cidade de Pelotas, RS. **In: Anais XII Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Foz do Iguaçu - PR, 2002. p.83-89.
- ZIMBACK, C.R.L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo**. (Tese Livre-Docência) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2001. 114f.